Laboratotio Arquitectura de Computadores

Santiago Ramirez Arenas Docente: José Alfredo Jaramillo Villegas Universidad Tecnológica de Pereira

12 de noviembre de 2021

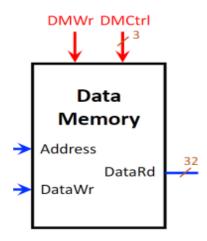
Memoria de datos.

Se define como una matriz en la cual se puede almacenar y leer los datos que van a ser procesados. Este módulo del procesador se encarga de almacenar todos los datos que van a perdurar y, a su vez, recuperar los datos solicitados. El módulo cuenta con los siguientes registros de entrada y salida (cada uno con su respectivo número de bits):

o Escritura: La dirección de ingreso para almacenar (Address), el valor que se quiere almacenar (DataWr) y la bandera que activa la escritura (DMWr).

o Lectura: Tipo de lectura DMCtrl (Byte, Halfword, Word, Unsigned Byte, Unsigned Halfword), La dirección de ingreso para leer la memoria (Address).

o Nota: Address funciona para los casos (lectura y escritura)



DMCtrl	Tipo de dato
000	В
001	Н
010	W
100	B (U)
101	H (U)

Implementación Memoria de datos

```
1 // Code your design here
3 module DataMemory(
         input logic [31:0] Address,
    input logic [31:0] DataWr,
         input logic DMWr,
6
         input logic DMRd,
         output logic [31:0] DataRd);
8
    logic [31:0] Matrix [31:0];
10
11
           initial
12
                  $readmemh("registers.txt", Matrix);
                          // Reading
14
15
                      always@(*)
                          begin
16
                             if (DMRd== 1)
17
                                   DataRd = Matrix[Address];
18
19
                           //Writing
20
                        always@(*)
                           begin
                             if (DMWr == 1)
23
                               Matrix [Address] = DataWr;
24
                           end
25
                       endmodule
```

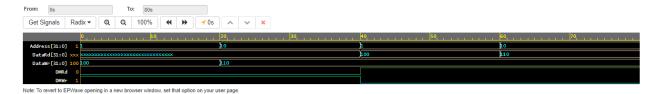
Registers.txt

```
15 0000000
16 0000000
17 0000000
18 0000000
19 00000000
20 00000000
21 00000000
22 00000000
23 0000000
24 00000000
25 00000000
26 0000000
27 0000000
28 00000000
29 00000000
30 0000000
31 00000000
32 0000000
```

Testbench Memoria de Datos

```
1 // Code your testbench here
2 // or browse Examples
3 module Testbench;
    logic [31:0] Address = 0;
    logic [31:0] DataWr = 0;
    logic DMWr = 0;
6
    logic DMRd = 0;
    logic [31:0] DataRd;
8
    DataMemory datamemory (Address, DataWr, DMWr, DMRd, DataRd);
10
11
         initial
                 begin
13
                   $dumpfile ("dump.vcd");
14
                   $dumpvars (1);
                        DMWr = 1; Address = 1; DataWr = 4;
16
                        #20 DMWr = 1; Address = 2; DataWr = 6;
                        #20 DMWr = 0; DMRd = 1; Address = 1;
18
                        #20 DMWr = 0; DMRd = 1; Address = 2;
                        #20
20
                   $finish ();
21
                 end
22
         endmodule
```

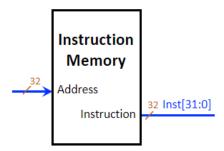
Simulación Memoria de Datos



Memoria de instrucciones.

Se puede definir como una matriz en la cual se almacenan y se leen las instrucciones que se van a ejecutar.

Este módulo del procesador recibe un Address el cual es la dirección de la instrucción que se quiere recuperar y una salida Instruction la cual es la instrucción que fue recuperada de la matriz.



Diseño Memoria de Instrucciones

```
// Code your design here
module InstuctionMemory(
input logic [31:0] Address,
output logic [31:0] Instruction);

logic [31:0] Matrix [31:0];
initial
sreadmemh ("registers.txt", Matrix);

assign Instruction = Matrix [Address];
endmodule
```

registers.txt

```
1 0000000
2 0000000
3 0000000
4 0000000
5 0000000
6 0000000
7 0000000
8 0000000
9 0000000
10 0000000
11 0000000
12 0000000
13 0000000
14 00000000
15 0000000
16 0000000
17 0000000
18 0000000
```

```
      19
      00000000

      20
      00000000

      21
      00000000

      22
      0000000

      23
      0000000

      24
      0000000

      25
      0000000

      26
      0000000

      27
      0000000

      28
      0000000

      29
      0000000

      30
      0000000

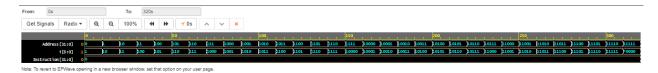
      31
      0000000

      32
      00000000
```

Testbench Mempria de Instrucciones

```
1 // Code your testbench here
2 // or browse Examples
       module Testbench;
          logic [31:0] Address = 0;
          logic [31:0] Instruction;
          InstuctionMemory instmemory (Address, Instruction);
          logic [8:0] i= 1;
                 initial
9
                       begin
10
                         $dumpfile ("dump.vcd");
11
                         $dumpvars (1);
12
                         for (i = 1; i <= 32; i=i+1)</pre>
13
14
                                 begin
                                         #10
15
                                         Address = i;
16
                                 end
17
                         $finish();
18
19
                       end
                endmodule
20
```

Simualción Memoria de Isntrucciones



Función factorial

Crear una función en C o C++ de la operación matemática factorial. Después llevar esta función a lenguaje ensamblador y a lenguaje de maquina (Binario y hexadecimal). Con el resultado de las instrucciones en lenguaje de máquina, se debe inicializar la memoria de instrucciones en el primer punto

Función Factorial

Función en C++

```
int multi(int x, int y)
      int Acc = 0;
      for(int i = 0; i < y; i++)</pre>
      Acc += x;
      return Acc;
6
      int factorial(int num)
8
      int fact = 1;
10
      int num += 1;
11
      for(int i = 1;i < num;i++)</pre>
      fact = multi(fact,i);
      return fact;
14
      }
```

Función en lenguaje ensamblador

```
Prototipo de la función multi:
```

```
o 10 ->x ->x8

o x11 ->y ->x9

o Acc ->x18

o i ->x19

o multi(x,y) ->x10

o Prototipo de la función factorial:

o x10 ->num ->x8

o i ->x9

o fact ->x18

o factorial(num) ->x10

o Llamado a la función factorial:

o f = factorial(num)

o num ->x8

o f ->x9
```

		Lenguaje ensamblador	
Address	Label	Instruction	Description
0x04200	multi:	addi sp,sp,-16	Reservamos espacio en la pila
0x04204		sw x8,12(sp)	Guardamos en los espacios
0x04208		sw x9,8(sp)	reservados anteriormente
0x0420C		sw x18,4(sp)	
0x04210		sw x19,0(sp)	
0x04214		addi x8,x10,0	Movemos los argumentos
0x04218		addi x9,x11,0	
0x0421C		addi x18,x0,0	Acc = 0
0x04220		addi x19,x0,0	i = 0
0x04224	for0:	bge x19,x9,endfor0	Cuando (i >= y) salir del for
0x04228		add x18,x18,x8	Acc += x
0x0422C		addi x19,x19,1	i++
0x04230		beq x0,x0,for0	
0x04234	endfor0:	addi x10,x18,0	return Acc
0x04238		lw x8,12(sp)	Recuperar de la pila los
0x0423C		lw x9,8(sp)	valores en los que recibí los
0x04240		lw x18,4(sp)	registros.
0x04244		lw x19,0(sp)	
0x04248		addi sp,sp,16	Liberar el espacio
0.10.11.12.10		addi sp,sp,10	reservado
0x0424C		jalr x0,0(x1)	Retorno
•••			
0x04300		addi x10,x8,0	
0x04304		jal x1,factorial	
0x04308		addi x9,x10,0	
0x04400	factorial:	addi sp,sp,-16	Reservar espacio en la pila.
0x04404		sw x8,12(sp)	Guardar en el espacio
0x04408		sw x9,8(sp)	reservado en la pila los
0x0440C		sw x18,4(sp)	registros.
0x04410		sw x1,0(sp)	
0x04414		addi x8,x10,0	Mover los argumentos
0x04418		addi x18,x0,1	fact = 1
0x0441C		addi x8,x8,1	num += 1
0x04420		addi x9,x0,1	i = 1
0x04424	for0:	bge x9,x8,endfor0	Si (i >= num) salir del for
0x04428	20201	addi x10,x18,0	fact = multi(fact,i)
0x0442C		addi x11,x9,0	
0x04430		jal x1,multi	
0x04434		addi x18,x10,0	
0x04438		addi x9,x9,1	i++
0x0443C		beq x0,x0,for0	TTT
0X0443C		bed vo'vo'vo	

0x04440	endfor0:	addi x10,x18,0	return fact
0x04444		lw x8,12(sp)	Recuperar de la pila los
0x04448		lw x9,8(sp)	valores en los que recibí los
0x0444C		lw x18,4(sp)	registros.
0x04450		lw x1,0(sp)	
0x04454		addi sp,sp,16	Liberar el espacio
			reservado
0x04458		jalr x0,0(x1)	Retorno

												: <u></u>			ا ماما	N 4 6 00		F	a: 4 .a	N 4 l a										
											onve	rsior	n len		di sp,			Fund	cion	IVIUI	.1									
				Im	ım [1	1.01							Rs1	Aut	ıı sp,		unct				rd						pcod	40		
1	2	3	4		1111 <u>[1</u> 5 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	г 18	29	.5 20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 I	31	32
1	1	1	1		$\frac{3}{1}$ $\frac{7}{1}$	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
F		_		F			0				1				0				1				1	Ü	_	_	3			
													Hex	adec	imal	0Xff	0101	113												
															x8, 1															
	I	mm	[11:	:5]				Rs2				-	Rs1				unct	:3		Im	m [4	:0]				0	рсос	de		
1	2	3			5 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0 (0 0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
0				0			8				1				2				6				2				3			
													Hexa	adeci	imal	0x00	812	623												
														Sv	v x9,	8 (sp)		•					•						
		mm						Rs2					Rs1	Т			unct				m [4						pcod			
1	2	3			5 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0			0 0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
0				0			9				1				2		040	400	4				2				3			
													Hexa					423												
	Sw x18, 4 (sp) Imm [11:5] Rs2 Rs1 Funct3 Imm [4:0														.01						1 -									
1	2	mm 3			5 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	m [4	:U] 24	25	26	27	28	29	30 S	31	32
0	0	_			0 0		0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
0	U			1	<u> </u>	_	2				1			_	2		_		2		_		2	Ü	-	Ü	3	Ū	-	-
													Hexa	deci		0x01	212	223												
															x19,															
	I	mm	[11:	:5]				Rs2				-	Rs1				unct	:3		Im	m [4	:0]				0	рсос	de		
1	2	3	4	5 6	5 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0 (0 0	1	0	0	1	1	_					10	29	20	21	22				20	21	20		50	31	1
9				1			1 ~		-		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
							3				1	0	0	1	2						0	0								_
												0				0	1	0	0		0	0	0				0			_
												0	Hex	adec Adc	2 imal li x8,	0 0x13 x10,	1 3120 0	0	0			0	0			0	3	0		
	-				ım [1	_					1		Hex Rs1	adec Adc	2 cimal li x8,	0 0x13 x10,	1 3120 0 unct	0)23	0	0	rd		2	0	1	0	0 3 pcod	0 de	1	
1	2	3		5 (5 7	8	9	10		12	13	14	Hex Rs1	adec Adc	2 cimal li x8, 17	0 0x13 x10, F 18	3120 0 unct 29	0 23 3 20	0 0	22	rd 23	24	2 25	26	27	O 28	0 3 pcoc	0 de 30	31	32
0	2	3	0	5 (0 (8	9	10	11 0		13 0		Hex Rs1	adec Adc	2 di x8,	0 0x13 x10,	1 3120 0 unct	0)23	0 0 21 0	0	rd		2 2 25 0	0	1	0	0 3 pcoo	0 de	1	
			0	5 (5 7	8	9			12	13	14	Rs1	Ado	imal li x8,	0 0x13 x10, F 18 0	3120 0 unct 29	0 23 3 20 0	0 0	22	rd 23	24	2 25	26	27	O 28	0 3 pcoc	0 de 30	31	32
0			0	5 (0 (5 7	8	9			12	13 0	14	Hex Rs1	Add 16 1	imal 2 di x8,	0 0x13 x10, F 18 0	3120 0 unct 29 0	0 23 3 20 0	0 0 21 0	22	rd 23	24	2 2 25 0	26	27	O 28	0 3 pcoo	0 de 30	31	32
0			0	5 (c) (d) (d) (d) (d) (d) (d) (d) (d) (d) (d	5 7 0 0	8	9			12	13 0	14	Rs1 15 0	Add 16 1	imal li x8,	0 x10, F 18 0 0x00	1 3120 0 unct 29 0	0 23 3 20 0 413	0 0 21 0	22	rd 23 0	24	2 2 25 0	26	27	0 0 28 1	0 3 pcoo	0 de 30 0	31	32
0		0	0	5 (0 (0	7 0 0 nm [1	1:5]	9 0 0	0	0	12 0	13 0 5	14 1	Rs1 15 0 Hexa	adeci Ado 16 1	2 di x8, 17 0 0 imal di x1	0 x10, F 18 0 0x00 8,x0,	3120 0 unct 29 0 0504 0	0 23 3 20 0 413	0 0 21 0 4	22 1	rd 23 0	24 0	2 25 0 1	26 0	27 0	O O 28 1	0 3 pcoo	0 de 30 0	31 1	32
0	0		4	5 (c) 0 (d) 0 (d) 1 (d)	5 7 0 0	1:5] 8	9			12	13 0	14	Rs1 15 0	adeci Ado 16 1	imal 2 di x8,	0 x10, F 18 0 0x00	1 3120 0 unct 29 0	0 23 3 20 0 413	0 0 21 0	22	rd 23 0	24	2 2 25 0	26	27	0 0 28 1	0 3 pcoo	0 de 30 0	31	32
0	2	3	4 0	5 (c) 0 (d) 0 (d) 1 (d)	7 0 0 nm [1 5 7	1:5] 8	9 0 0	10	11	12 0	13 0 5	14 1	Rs1 15 0 Hexa	adeci Ado 16 1	2 di x8, 17 0 0 imal di x1	0 x10, F 18 0 0x00 8,x0, F	3120 0 unct 29 0 0504 0 unct	0 23 3 20 0 413	0 0 21 0 4	22 1	rd 23 0 m [4 23	24 0 :0] 24	25 0 1	26 0	27 0	O 28 1 O 28	0 3 pcoo 29 0 3	0 de 30 0	31 1	32 1
0 0 1 0	2	3	4 0	5 (c) 0 (d) 5 (d) 6 (d)	7 0 0 nm [1 5 7	1:5] 8	9 0 0	10	11	12 0	13 0 5	14 1	Rs1 15 0 Hexa Rs1 15 0	adeci Adci 16 1 Adci 16 1	2 simal di x8, 0 0 imal di x1	0 0x11 x10, F 18 0 0x00 8,x0, F 18	1 3120 0 unct 29 0 0 0 0 0 0 0	0 23 20 0 413 20 0	0 0 21 0 4 21 0	22 1	rd 23 0 m [4 23	24 0 :0] 24	25 0 1 25 1	26 0	27 0	O 28 1 O 28	0 3 pcoo 29 0 3	0 de 30 0	31 1	32 1
0 0 1 0	2	3	4 0	5 (c) 0 (d) 5 (d) 6 (d)	7 0 0 nm [1 5 7	1:5] 8	9 0 0	10	11	12 0	13 0 5	14 1	Rs1 15 0 Hexa Rs1 15 0	Add 16 1 Addeci Add 16 1 16 1 adeci Add 16 1	2 simal di x8, 0 0 imal di x1	0x10, x10, F 18 0 0x00 8,x0, F 18 0	1 3120 0 unct 29 0 0504 0 unct 29 0	0 23 20 0 413 20 0	0 0 21 0 4 21 0	22 1	rd 23 0 m [4 23	24 0 :0] 24	25 0 1 25 1	26 0	27 0	O 28 1 O 28	0 3 pcoo 29 0 3	0 de 30 0	31 1	32 1
0 0 1 0	2	3	4 0	5 (c) (0 (c)	7 0 0 nm [1 5 7	1:5] 8	9 0 0	10	11	12 0	13 0 5	14 1	Rs1 15 0 Hexa Rs1 15 0	Add 16 1 Addeci Add 16 1 16 1 adeci Add 16 1	2 imal li x8, 17 0 0 imal di x1 17 1 8	0x11x10, x10, F 18 0 0x00 8,x0, F 18 0	1 3120 0 unct 29 0 0504 0 unct 29 0	0 0 23 20 0 413 3 20 0	0 0 21 0 4 21 0	22 1	rd 23 0 m [4 23	24 0 :0] 24 0	25 0 1 25 1	26 0	27 0	O 28 1 O 28 1	0 3 pcoo 29 0 3	0 30 0	31 1	32 1
1 0 0	2	3	4 0	5 (c) (0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1:5] 8 0	9 0 0	10	11 0	12 0	13 0 5	14 1	Rs1 15 0 Hexa	Add 16 1 Addeci Add 16 1 16 1 adeci Add 16 1	2 imal li x8, 17 0 0 imal di x1 17 1 8	0x11x10, x10, F 18 0 0x00 8,x0, F 18 0	1 3120 0 unct 29 0 0 0 0 unct 29 0	0 0 23 20 0 413 3 20 0	0 0 21 0 4 21 0	22 1	rd 23 0 m [4 23 0	24 0 :0] 24 0	25 0 1 25 1	26 0	27 0	O 28 1 O 28 1	0 3 29 0 3 3 pcoo 29 0 3	0 de 30 0 de 30 de de 30 de	31 1	32 1
0 0 1 0 0	2 0	3 0	4 0	5 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0	mm [1 5 7 0 0	1:5] 8 0	9 0 0	10 0	11 0	12 0	1 13 0 5 13 0 5	14 1	Rs1 15 0 Hexa Rs1 15 15 Rs1 Rs1	adec Add 16 1 Add 16 1 Add Add Add	2 imal di x1 8 5 imal di x1 9 imal di x1 9 5 imal d	0 0x11 x10, F 18 0 0x00 F 18 0 0x00 0x00 F 18 0	1 3120 0 unct 29 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 23 20 0 413 20 0	21 0 4	22	rd 23 0 m [4 23 0	24 0 :0] 24 0	25 0 1 25 1 9	26 0	27 0	O 28 1 O O O O O O O O O O O O O O O O O O	0 3 pcoo 29 0 3	0 de 30 0 de 30 de de 30 de	31 1 31 1	32 1 32 1

														المدر	doc:	mal	<u></u>	2000	012												
	In		12 1	10.5	1				Dc2						e xi:	9,89,			•		Im	m [1	·n1					ncor	40		
1						7	8	9			12	13	14		16	17				21				25	26	27				31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
0				0				9				9				D				8				6				3			
														Hexa	deci	mal (0x00	099D	863												
															Add	x18	,x18	3,x8													
	I	mm	[11	<u>.:5]</u>					Rs2					Rs1			F	unct	:3		lm	m [4	:0]				0	рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
0				0				8				9				0				9				3				3			
	Hexadecimal 0x00890933 Addi x19, x19, 1																														
	Addi x19, x19, 1 Imm [11:0] Rs1 Funct3 Imm [4:0]																			J.,											
1															25	26	27	28	pco 0	30	31	32									
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1														0	0	1	1														
0	J	J	-	0	J			1			-	9			-	8				9	1	,	-	9	<u> </u>	-		3	-5-		
Ť														Hexa	deci		0x0(01989	993												
																x0, x															
	Imm [12,10;15] Rs2 Rs1 Funct3 Imm [4:0,11]																	0	рсос	de											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1
F				E				0				0				0				Α				Ε				3			
														Hexa				E000	AE3												
															Add	i x10									1						
1	2	3	4	5 5	mm 6	[11 7	L:0] 8	9	10	11	12	13	14	Rs1 15	16	17	18	unct 29	20	21	22	rd 23	24	25	26	27	28	pco 0		31	32
0	0	0	0	0		0		0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
0	U	U	Ū	0	U			0	U	U	O	_	٥		_	0				5	_	U	_	2	Ü	Ū	_	3	Ü	-	
Ť															deci		0x0(0090	513												
																x8, 1															
				I	mm	[11	L:0]							Rs1				unct	:3			rd					0	рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0				0				С				1				2	•	2017	100	4				0				3			
-														Hexa)C12	403												
						[4.4	1.01							D : 1	lv	/ x9,8		•				1							l <u>-</u>		
1	2	3	4	5 5	mm 6	[11 7	L:0 <u>]</u> 8	9	10	11	12	13	14	Rs1 15	16	17		unct 29	20	21	22	rd 23	24	25	26	27	28	pcod	1e 30	31	32
0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	J	J	-	0	J			8			3	1			-	2		_		4		,		8	- - -	-	-	3	~	-	
														Hexa	deci		0x00	08124	483												\dashv
																x18,															=
	I	mm	[11	L:0]					Rs2					Rs1				unct	:3			rd					0	pcod	le	-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
0				0				4				1				2				9				0				3			

															.1	14	2 00	142	202												
														неха		mal (903												
						[4.4	.01							D-1	IW	x19,															
1	2	3	4	5 5	mm 6	7		9	10	11	12	13	14	Rs1 15	16	17	18	unct 29	20	21	22	rd 23	24	25	26	27	28	29	ae 30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
0	U	U	U	0	U	U	U	0	U	U	U	1	U	U		2	U		0	9	U	U	Т	8	U	U	U	3	U	1	
-				U				U						Lova	ndoci	mal (OvOr	1012	กดว)				0				3			
														пеха		li sp,			303												
					mm	[11	· ∩ 1							Rs1	Auc	ıı sp,		unct				rd						рсос	40		
1	2	3	4	5	6	7	.UJ 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	<u>г</u> 18	29	.5 20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 I	31	32
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
0			-	1			-	0		U	•	1				0				1				1	Ü	Ū	-	3	Ü	-	
<u> </u>			l											Heya	adeci	mal (N _Y N1	010	113												
														TICAC		r x0,			113												
				1	mm	[11	:01							Rs1	Juil	. ٨٥,		+) unct	·3			rd						рсос	1e		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
0				0				0				0				8				0				6				7			
														Hexa	adeci	mal	0x00	0008	067												
																di x1(
				1	mm	[11	:01							Rs1				unct	3			rd					0	рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
0				0				0				4				0				5				1				3			
														Hexa	adeci	mal	0x0(040	513												
															Jal	1, fa	ctor	ial													
							I	mm	[20,	,10: 1	l, 11	,19:1	L2]									rd					0	рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
0				F				С				0				0				0				Ε				F			
														Hexa		mal			0EF												
																li x9,															
						[11							ı	Rs1				unct			1	rd	ı	ı				pcod			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		12	13	14	15	16	17	18		20	21	22	23	24	25	26	27		29		31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
0				0				0				5				0				4				9				3			
-														Hex		imal			193												
<u> </u>															Add	i sp,						•	•								
_		11:5	-	_			_		4.0		4.0	4.0		Rs1	1.0			unct		2.5		m [4		25	2.0			pcod		24	
1	2	3 1	4	5	6	7	8	9	10 0	11	12	13	14	15	16	17	18 0		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		31	32
1	I	I	1	1	1	1	1	0	U	U	0	1	0	0	I	0	U	0	0	0	0	U	1	0	0	0	1	0	0	1	1
F				F				0				1		Цан	- d :	0	٥,,,,,	010	112	1				1				3			
														пеха		mal			113												
		100:00	[11	1					D-2					Dc1	5W	x8, 1					1	po [4	۱۵۱					000	40		
1	2	mm 3	4	.:5] 5	6	7	8	9	Rs2	11	12	13	14	Rs1 15	16	17	18	unct 29	20	21	1m 22	m [4 23	:U] 24	25	26	27	28	pco 0		31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0		1
0	U	U	U	0	J	J	J	8	0	U	0	1	U	J	-	2	J		U	6		1	U	2	0	_	O	3	-0	T	Ŧ
U				U				٥				Т								O								Э			

														Have	ماد د:	m - 1	0,400	1012	622												
														неха	deci				623												
		mm	[11	·c1					Rs2					Rs1	3W	x9,		unct	· ɔ		Im	m [4	·01					pcod	40		
1	2	3	4	ວ _] 5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	.5 20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
0			_	0				9				1				2				4				2	Ť			3		_	
														Hexa	deci		0x00	912	423	l				I							
																x18,															
	I	mm	[11	.:5]					Rs2					Rs1			-	unct	:3		lm	m [4	:0]				0	рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
0				1				2				1				2				2				2				3			
														Hexa	adeci	mal	0x01	212	223												
															W2	2 x1,	0 (sp	o)													
<u> </u>		mm					-1		Rs2					Rs1	,			unct				m [4	-	Т				pcod			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
0				0				1				1				2	0.00			0				2				3			
														неха	deci				023												
	Addi x8, x10, 0 Imm [11:0] Rs1 Funct3 rc																		1				d a								
1	2	3	4	5	mm 6	7	:U] 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
0			Ū	0			Ū	0			U	5	_		_	0				4	_			1	Ū	J	_	3	Ū	_	_
			<u> </u>											Hexa	deci		0x00	050	413												
																li x18															
				ı	mm	[11	:0]							Rs1				unct	:3			rd					0	рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
0				0				1				0				0				9				1				3			
														Hexa	deci				913												
																8x ib				1					1						
L.,						[11				1 .			1 .	Rs1				unct				rd	I _	I _				pcod			
0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	U	1	0 4	1	0	0	0	U	0	0	<u>0</u> 4	1	0	0	1	0	0	1	3	U	1	1
U				U								4		Hova	adeci		กงกก	11/10	/112	4								3			
														пеха		di x9			413												
				1	mm	[11	.U1							Rs1	Au	ui X9		unct	. a			rd						рсос	1 ₀		
1	2	3	4	5	6	7	Uj 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	.5 20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
0				0				1				0								4				9				3			
			ı											Hexa	deci	mal	0x00	100	493												
														B	ge x9	, x8,	end	for 0)												
	I	mm	[11	:5]					Rs2					Rs1	_			unct			lm	m [4	:0]				0	рсос	de		
4		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	2	3		5	0		0	9	10	11	12	13																			
0	0	0	0	0	0	0	0	1 8	0	0	0	0	1	0	0	1 D	1	0	1	1 E	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1

														Hexa	ideci	mal (0x00	84D	E63												
																i x10															
				I	mm	[11	:0]							Rs1				unct	:3			rd					О	рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
0				0				0				9				0				5				1				3			
														Hexa		mal (513												
						[44	01					l		D . 1	Add	li x11			2			1							.1 .		
1	2	3	4	5 5	mm 6	[11 7	:U] 8	9	10	11	12	13	14	Rs1 15	16	17	18	unct 29	20	21	22	rd 23	24	25	26	27	28	29	ae 30	31	32
0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
0				0				0				4	_		Ū	8				5	_		_	9	J	Ū	_	3	Ū	_	_
												<u>'</u>		Hexa	deci	mal (0x00	048	593												
		Jal x, multi																													
		Imm [11:5] rd																		0	рсос	de									
1	2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 29 20 21 22 23 24														24	25	26	27	28	29	30	31	32								
1	1															0	1	1	1	0	1	1	1								
D		D 1 F F 0															Ε				F										
		0xDDIFFOEF																													
		Addi x18, x10, 0																													
		Imm [11:0] Rs1 Funct3 rd																	1		pcod										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29 0	30	31	32
0	U	U	U		U	U	U		U	U	U		T	U	T		U	U	U		U	U	1	0	0	0	1	3	0	1	1
		0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1															1 1														
-	0 0 5 0 9 Hexadecimal 0x00050913														1				3												
				0				U				5		Hexa		mal (913	9				1				3			
					mm	[11	:01	<u> </u>				5		Hexa			, x9,			9		rd		1			0		de		
1	2	3	4			7	:0]	9	10	11	12	13	14			mal (, x9,	1		21	22	rd 23	24	25	26	27	O 28)pco(29		31	32
	2	3 0	4 0	1	6	7			10	11 0	12 1	13 0		Rs1	Adı	mal (di x9,	, x9, F	1 unct	3		22		24	25 1	26 0	27)pco(29 0		31	32
1				J 5	6	7	8	9				13	14	Rs1 15 0	16 0	17 1 8	, x9, F 18	1 unct 29 0	20	21		23		25			28)pco(30		
1 0				5	6	7	8	9				13 0	14	Rs1 15 0	Add	17 1 8	, x9, F 18 0	1 unct 29 0	20	21		23		25 1			28)pco(29 0	30		
1 0	0	0	0	5 0 0	6	7	8	9 0 1	0			13 0	14	Rs1 15 0	16 0 adeci	17 1 8	0 0 0 0 0 0,foi	1 unct 29 0 1484	3 20 0	21	1	0	0	25 1 9			28	29 0 3	30		
1 0 0	0 Ir	nm	[11:	0 0 0	6 0	7 0	8	9 0 1	0 Rs2	0	1	13 0 4	14	Rs1 15 0 Hexa	16 0 adeci	17 1 8 (mal (0x00 (0,foi	1 unct 29 0 1484 10 unct	3 20 0 493	21 0 4	1 Imm	23 0	0,11]	25 1 9	0	0	28 1	29 0 3	30 0	1	1
1 0 0	0 Ir 2	mm 3	[11:4	0 0 0 :0]	6 0	7 0	8 0	9 0 1	0 Rs2	11	12	13 0 4	14 1	Rs1 0 Hexa Rs1	Ado 16 0 adeci Beq	17 1 8 mal (x0, x	0x00 (0,fo)	1 unct 29 0 1484 0 unct 29	3 20 0 493 3 20	21 0 4	1 Imm 22	23 0 1 [4:0 23	0,11]	25 1 9	26	27	28 1 C 28	29 0 3	30 0	31	32
1 0 0	0 Ir	nm	[11:	5 0 0 :0] 5	6 0	7 0	8 0	9 0 1	0 Rs2	0	1	13 0 4 13 0	14	Rs1 15 0 Hexa	16 0 adeci	mal (di x9,	0x00 (0,foi	1 unct 29 0 1484 10 unct	3 20 0 493	21 0 4	1 Imm	23 0	0,11]	25 1 9	0	0	28 1	0 29 0 3	30 0	1	1
1 0 0	0 Ir 2	mm 3	[11:4	0 0 0 :0]	6 0	7 0	8 0	9 0 1	0 Rs2	11	12	13 0 4	14 1 14 0	Rs1 15 0 Hexa	16 0 adeci Beq 16	17 1 8 mal (x0, x	0x00 0x00 0x0,foi	1 unct 29 0 1484 0 unct 29	3 20 0 493 3 20 0	21 0 4	1 Imm 22	23 0 1 [4:0 23	0,11]	25 1 9	26	27	28 1 C 28	29 0 3	30 0	31	32
1 0 0	0 Ir 2	mm 3	[11:4	5 0 0 :0] 5	6 0	7 0	8 0	9 0 1	0 Rs2	11	12	13 0 4 13 0	14 1 14 0	Rs1 15 0 Hexa	16 0 adeci Beq 16 0	17 1 8 mal (x0, x	0x00 (0,fo) 18 0 0x00 (0,fo)	1 29 0 1484 0 0 unct 29 0	3 20 0 493 3 20 0	21 0 4	1 Imm 22	23 0 1 [4:0 23	0,11]	25 1 9	26	27	28 1 C 28	0 29 0 3	30 0	31	32
1 0 0	0 Ir 2	mm 3	[11:4	0 0 :0] 5 1 E	6 0	7 0 7 7 1	8 0	9 0 1	0 Rs2	11	12	13 0 4 13 0	14 1 14 0	Rs1 15 0 Hexa	16 0 adeci Beq 16 0	mal (di x9, 17 1 8 mal (x0, x 17 0 0 mal (mal (di x0))	0x00 0x00 0x0,foi 18 0 0XFE x18,	1 29 0 1484 0 0 unct 29 0	3 20 0 493 3 20 0	21 0 4	1 Imm 22	23 0 1 [4:0 23	0,11]	25 1 9	26	27	28 1 C 28 0	29 0 3 3 0 0 29 0 3	30 0 de 30 0	31	32
1 0 0 1 1 F	0 Ir 2 1	mm 3 1	0 [11: 4 1	I 5 0 0 0 5 1 E	6 0 1 mm 6	7 0 7 1 1 [11 7	8 0 8 0 ::0]	9 0 1 1 9 0 0	0 Rs2 10 0	11 0	1 12 0	13 0 4 13 0 0	14 1 14 0	Rs1 15 0 Hexa Rs1 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15	16 0 adeci Beq 16 0 Add	mal (di x9, 17	0x00 0x00 0,for 18 0 0xx00 0xfor 18 0	1 29 0 1484 0 0 unct 29 0	3 20 0 4493 3 20 0	21 0 4 21 0 4	1 Imm 22 1	23 0 1 [4:0 23 0	0 0,11] 24 0	25 1 9	26 1 26	27 1 27	28 1 0 28 0	29 0 3 3 0 0 29 0 3	30 0 de 30 0	31 1	32 1
1 0 0 1 1 F	0 Ir 2 1	mm 3 1	[11:4 1	1 5 0 0 0 5 1 E	6 0 1 mm 6	7 0 0 7 1	8 0 8 0 ::0]	9 0 1 9 0 0	Rs2 10	11 0	1 12 0	13 0 4 13 0 0	14 1 14 0	Rs1 15 0 Hexa	16 0 Beq 16 0 Addeci	17 1 8 mal (x0, x 17 0 mal (x10, 17 0)	0x00 0x00 0x00 0xfor 18 0 0xFE x18,	1 unct 29 0 1484 0 unct 29 0	3 20 0 4493 20 0	21 0 4 21 0 4	Imm 22 1	23 0 1 [4:0 23 0	0 0,11] 24 0	25 1 9 25 1 E	26	27	28 1 C 28 0	29 0 3 3 0 29 0 29 0 3 3	30 0 de 30 0	31 1	32
1 0 0 1 1 F	0 Ir 2 1	mm 3 1	0 [11: 4 1	I 5 0 0 0 5 1 E	6 0 1 mm 6	7 0 7 1 1 [11 7	8 0 8 0 ::0]	9 0 1 1 9 0 0	0 Rs2 10 0	11 0	1 12 0	13 0 4 13 0 0	14 1 14 0	Rs1 15 0 Hexa	16 0 Beq 16 0 Add 16 1	mal (di x9) 17 1 8 mal (x0, x) 17 0 mal (x10, x10, x10) 17 0 0	0x00 0x00 0xfor 18 0 0x5 0x5 18 0 0x5 18 0	1 unct 29 0 1484 7 0 unct 29 0 0004 7, 0 unct 29	3 20 0 4493 20 0 4E3	21 0 4 21 0 4	1 Imm 22 1	23 0 1 [4:0 23 0	0 0,11] 24 0	25 1 9	26 1 26	27 1 27	28 1 C 28 0	29 0 3 3 0 0 29 0 3	30 0 de 30 0	31 1	32 1
1 0 0 1 1 F	0 Ir 2 1	mm 3 1	0 [11: 4 1	1 5 0 0 0 5 1 E	6 0 1 mm 6	7 0 7 1 1 [11 7	8 0 8 0 ::0]	9 0 1 9 0 0	0 Rs2 10 0	11 0	1 12 0	13 0 4 13 0 0	14 1 14 0	Rs1 15 0 Hexa	16 0 Beq 16 0 Indeed In	mal (di x9, 17 1 8 mal (x0, x 17 0 0 mal (x10, 17 0 0 0 mal (x10, 17 0 0 0 0 mal (x10, 17 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x5E x18, F	1 unct 29 0 1484 0 unct 29 0 0000 0,0 unct 29 0	3 20 0 4493 20 0 4E3	21 0 4 21 0 4	1 Imm 22 1	23 0 1 [4:0 23 0	0 0,11] 24 0	25 1 9 25 1 E	26 1 26	27 1 27	28 1 C 28 0	29 0 3 3 0 29 0 29 0 3 3	30 0 de 30 0	31 1	32 1
1 0 0 1 1 F	0 Ir 2 1	mm 3 1	0 [11: 4 1	I 5 0 0 0 5 1 E 5 0 0	6 0 1 mmm 6 0	7 0 7 1 1 7 0 0	8 0 8 0 ::0] 8 0	9 0 1 9 0 0	0 Rs2 10 0	11 0	1 12 0	13 0 4 13 0 0	14 1 14 0	Rs1 15 0 Hexa Rs1 15 0 Hexa Rs1 15 0 Hexa	16 0 Beq 16 0 Indeed In	mal (di x9) 17 1 8 mal (x0, x) 17 0 mal (x10, x10, x10) 17 0 0	0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x5E 18 0 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00	1 unct 29 0 1484 7 0 unct 29 0 0004 7 0 unct 29 0	3 20 0 493 3 20 0 4E3 3 20 0	21 0 4 21 0 4	1 Imm 22 1	23 0 1 [4:0 23 0	0 0,11] 24 0	25 1 9 25 1 E	26 1 26	27 1 27	28 1 0 28 0	29 0 3 3 0 29 0 3 3	30 0 de 30 0	31 1	32 1
1 0 0 1 1 F	0 Irr 2 1 2 0	mm 3 1 1 3 0	[11: 4 1 0	I 5 0 0	6 0 1 mmm 6 0	7 0 7 1 1 [11 7 0	8 0 8 0 :0] 8 0	9 0 1 9 0 0	Rs2 10 0	11 0	12 0	13 0 4 13 0 0	14 1 14 0	Rs1 15 0 Hexa Rs1 15 0 Hexa Rs1 Rs1 Rs1 Rs1 Rs1 Rs1	16 0 Beq 16 0 Add 16 1 Iw	mal (di x9, 17 1 8 mal (x0, x 17 0 0 mal (x10, 17 0 0 mal (x8, 1	0x00 0x00 0xfor 18 0 0x5FE x18, 0 0x6FE x18, 0 0x6FE x18, 0	1 unct 29 0 1484 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	3 20 0 4493 20 0 4E3 20 0	21 0 4 21 0 4 21 0 5	1	23 0 1 [4:0 23 0 rd 23 0	0,11] 24 0	25 1 9 25 1 E	26 1 26 0	27 1 27 0	28 1 0 28 0	0pcoo 29 0 3 3 0pcoo 29 0 3	30 0 de 30 0	31 1	32 1
1 0 0 1 1 F	0 Ir 2 1	mm 3 1	0 [11: 4 1	I 5 0 0 0 5 1 E 5 0 0	6 0 1 mmm 6 0	7 0 7 1 7 1 7 0	8 0 8 0 ::0] 8 0	9 0 1 9 0 0	0 Rs2 10 0	11 0	1 12 0	13 0 4 13 0 0	14 1 14 0	Rs1 15 0 Hexa Rs1 15 0 Hexa Rs1 15 0 Hexa	16 0 Beq 16 0 Add 16 1 Iw	mal (di x9, 17 1 8 mal (x0, x 17 0 0 mal (x10, 17 0 0 0 mal (x10, 17 0 0 0 0 mal (x10, 17 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x5E 18 0 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00	1 unct 29 0 1484 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	3 20 0 493 3 20 0 4E3 3 20 0	21 0 4 21 0 4	1 Imm 22 1	23 0 1 [4:0 23 0	0 0,11] 24 0	25 1 9 25 1 E	26 1 26	27 1 27	28 1 0 28 0	0pcoo 29 0 3 3 0pcoo 29 0 3	30 0 de 30 0	31 1	32 1

0				0				С				1				2				4				0				3			
														Hexa	deci	mal	0x00	C124	403												
															lw	x9,	8 (sp)													
				I	mm	[11	:0]							Rs1			F	unct	3			Ird					0	рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0				0				8				1				2				4				8				3			
														Hexa	deci	mal	0x00	8124	483												
															lw	x18,	4 (sp)													
				I	mm	[11	:0]							Rs1			F	unct	3			rd					0	рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
0				0				4				1				2				9				0				3			
														Hexa	deci	mal	0x00	8126	623												
															lw	x1, (0 (sp)													
				I	mm	[11	:0]							Rs1			F	unct	3			rd					0	рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
0				0				0				1				2				0				8				3			
														Hexa	deci	mal	0x00	8126	623												
															Add	li sp,	sp, 1	L6													
				I	mm	[11	:0]							Rs1			F	unct	3			rd						рсос	de		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
0				1				0				1				0				1				1				3			
														Hexa			0x01		113												
															Jar	l x0,	0 (x1	.)													
				- 1	mm	[11	:0]							Rs1				unct				rd						рсос			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	29	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
0				0				0				0				8				0				6				7			
														Hexa	deci	mal	0x00	0080	067												
ľ																															

Diseño con instrucciones

Instrucciones

```
1 FF010113
2 00812623
3 00912423
4 01212223
5 01312023
6 00050413
7 00000913
8 00000993
9 00000993
10 0099D863
11 00890933
12 00198993
13 FE000AE3
14 00090513
15 00C12403
16 00812483
17 00412903
18 00012983
19 01010113
20 00008067
21 \ 00040513
22 OFC000EF
23 00050493
24 FF010113
25 00812623
26 00912423
27 01212223
28 00112023
29 00050413
30 00100913
31 00140413
32 00100493
33 0084DE63
34 00090513
35 00048593
36 DD1FF0EF
37 00050913
38 00148493
39 FE0004E3
```

```
40 00090513
41 00C12403
42 00812483
43 00412903
44 00012083
45 00012083
46 01010113
47 00008067
```

Testbench con Instrucciones

```
1 // Code your testbench here
2 // or browse Examples
       module Testebench;
          logic [31:0] Address = 0;
          logic [31:0] Instruction;
          InstuctionMemory instmemory (Address, Instruction);
          logic [8:0] i= 1;
                 initial
9
                       begin
             $dumpfile ("dump.vcd");
             $dumpvars (1);
12
                for (i = 1; i <= 23; i=i+1)</pre>
13
                      begin
14
                         #10
                        Address = i;
16
                    end
17
                 $finish();
18
19
    endmodule
20
```

Simulación con instrucciones de la función Factorial



Procedimiento:

Para el diseño de la memoria de datos, se tomó como referencia la ilustación gráfica en dodnde se evidencia que cada señal activa una acción a realizar ya sea escirtura o lectura según los valores asigandos, además se realizó un módulo externo para almacenar la información de la misma forma en la que lo hace una memoria.

Con respecto a la conversión de las instrucciones de lenguaje de lenguaje C, a ensamblador y posteriormente a lenguaje de máquina, se realizó en formato de tabla para una mejor compresión y un mayor orden, dando a conocer la conversión de cada instrucción. Problemas encontrados:

Es un poco complicado realizar la articulación entre el diseño y el módulo de testo para

guardar los cambios realizados en la memoria, pero con la documentación que se encuentra en internet se pudo solucionar.

• Interpretación de los resultados de la simulación.

En las simulaciones se observa un correcto funcionamiento, dado que cuando los activadores de escritura y lectura están en enable activan los debidos procesos que se observan en la simulación.

En relación a la memoria de instrucciones se observa que los procesos indicados son los correspondientes en relación a su diseñ.

Conclusiones

La meoria de datos es una matriz en donde se almacenan y se leen los datos que posteriormente serán procesados por los demás componente. ára posteriormente en la memoria de instrucciones se leen valga la redundancia las instrucciones que van a ser ejecutadas.

Su set de instrucciones es muy sencillo y a la vez, muy modular. Un núcleo RISC-V puede construirse bien con instrucciones completas (sin necesidad de dividirlas) o contar con extensiones añadidas e instrucciones comprimidas. Precisamente la compresión de las instrucciones es una de las claves de este diseño, lo que le permite ganar en velocidad, siendo a la vez muy eficiente en su uso de memoria.